

## Влияние температурных факторов на воспроизводство лабораторных мышей и песчанок

М.А. Акимова, главный зоотехник, ORCID 0000-0001-8643-3613,  
Д.Ю. Акимов, главный ветеринарный врач, ORCID 0000-0003-3141-492X,  
Т.Г. Бармина, зоотехник,  
Е.В. Веснина, зоотехник по содержанию, ORCID 0000-0003-4876-1397,  
С.С. Добрянская, ветеринарный врач ORCID 0000-0001-5649-7659,  
АО «НПО «Дом Фармации»

188663, Россия, Ленинградская обл., Всеволожский район, г.п. Кузьмолловский, ул. Заводская, д. 3, корп. 245  
E-mail: akimova.ma@doclinika.ru

**Резюме.** Лабораторные мыши и песчанки играют важную роль и представляют значимый научный интерес в биомедицинских и доклинических исследованиях. Однако существует ряд спорных вопросов по воспроизводству лабораторных мышей. Например, ряд абиотических факторов, оказывающих влияние на воспроизводство грызунов. В первую очередь следует назвать температуру среды, именно этот фактор не позволяет животным размножаться в зимнее время в естественных условиях. В тех случаях, когда мы говорим о лабораторном животноводстве, данный фактор можно нивелировать, а следовательно, подобрать оптимальные условия для содержания и воспроизводства грызунов. Цель исследования – проведение сравнительной оценки влияния температур на воспроизводство лабораторных мышей линий ICR CD-1, BALB/C и песчанок. В ходе исследования было установлено:

- при стандартных конвенциональных условиях и при температуре содержания 20–26°C оплодотворяемость мышей линии ICR CD-1 ниже, чем при содержании в индивидуальных вентилируемых клетках при температуре содержания 29–32°C, однако показатели общего количества полученного потомства, средний выход и сохранность молодняка выше;
- содержание мышей BALB/C в индивидуальных вентилируемых клетках при температуре 29–32°C негативно отражается на среднем выходе потомства на одну самку и общее количество потомства, тогда как иные показатели идентичны таковым у животных, находящихся в стандартных конвенциональных условиях при температуре 20–26°C, у которых выход потомства и общее количество полученного потомства были в 2 раза выше;
- воспроизводство песчанок в индивидуальных вентилируемых клетках при температуре содержания 29–32°C по всем показателям выше, чем при стандартных конвенциональных условиях (20–26°C).

Даны следующие рекомендации: при воспроизводстве мышей линий ICR CD-1 и BALB/C следует использовать температурный режим 20–26°C, а для песчанок 29–32°C.

**Ключевые слова:** воспроизводство, абиотические факторы, температура, мыши, песчанки, индивидуальные вентилируемые клетки, потомство, сохранность, оплодотворяемость.

**Для цитирования:** Акимова М.А., Акимов Д.Ю., Бармина Т.Г., Веснина Е.В., Добрянская С.С. Влияние температурных факторов на воспроизводство лабораторных мышей и песчанок. Лабораторные животные для научных исследований. 2021; 4: 56–60. <https://doi.org/10.29296/2618723X-2021-04-06>

## Influence of temperature factors on reproduction of laboratory mice and gerbils

M.A. Akimova, chief animal technician, ORCID 0000-0001-8643-3613,  
D.Yu. Akimov, chief veterinarian, ORCID 0000-0003-3141-492X,  
T.G. Barmina, animal technician,  
E.V. Vesnina, animal technician, ORCID 0000-0003-4876-1397,  
S.S. Dobrianskaya, veterinarian, ORCID 0000-0001-5649-7659,  
Research and manufacturing company «Home of Pharmacy»,  
188663, Russia, Leningrad oblast, Vsevolozhskiy district, Kuzmolovskiy t.s., Zavodskaya st. 3-245  
E-mail: miroshnikov.mv@doclinika.ru

**Abstract.** Laboratory mice and gerbils play an important role and are of significant scientific interest in biomedical and preclinical research. However, there are a number of controversial issues regarding the reproduction of laboratory mice. For example, a number of abiotic factors affecting the reproduction of rodents. First of all, the temperature of the environment should be mentioned, it is this factor that does not allow animals to reproduce in winter in natural conditions. In those cases when we are talking about laboratory animal husbandry, this factor can be leveled, and therefore the optimal conditions for the maintenance and reproduction of rodents can be selected. The aim of our study was to carry out a comparative assessment of the effect of temperatures on the reproduction of laboratory mice of the ICR CD-1, BALB / C lines and gerbils. In the course of our study, it was established: a) under standard conventional conditions and at a temperature of 20–26°C, the fertility of mice of the ICR CD-1 lines is lower than when kept in individual ventilated cages at a temperature of 29–32°C, however, the indicators of total the number of offspring obtained, the average yield and safety of the young are higher. b) the content of BALB / C mice in individual ventilated cages at a temperature of 29–32°C negatively affects the average yield of offspring per female and the total number of offspring, while other indicators are identical to animals kept under standard conventional conditions at a temperature of 20–26°C in which the yield of offspring and the total number of offspring obtained was 2 times higher. c) reproduction of gerbils in individual ventilated cages at a keeping temperature of 29–32°C is higher in all respects than under standard conventional conditions (20–26°C). The following recommendations are given: when reproducing mice of the lines ICR CD-1 and BALB / C, the temperature regime should be used from 20 to 26°C, and for gerbils 29–32°C

**Key words:** reproduction, abiotic factors, temperature, mice, gerbils, individual ventilated cells, offspring, preservation fertilization.

**For citation:** Akimova M.A., Akimov D.Yu., Barmina T.G., Vesnina E.V., Dobrianskaya S.S. Influence of temperature factors on reproduction of laboratory mice and gerbils. *Laboratory Animals for Science*. 2021; 4: 56–60. <https://doi.org/10.29296/2618723X-2021-04-06>

## Введение

Лабораторные мыши и песчанки играют важную роль и представляют большой интерес для биомедицинских и доклинических исследований, тем самым растет и необходимость получения высокопродуктивного поголовья [1].

Один из способов повысить эффективность разведения – обеспечить животным оптимальные условия содержания. Благополучие лабораторных животных является важным требованием при содержании и разведении животных в экспериментальных целях, оно может быть достигнуто, если животных удовлетворяют условия содержания, в том числе и температура окружающей среды [2].

Мыши, например, обычно содержатся в относительно узком температурном диапазоне, варьирующемся от 20–24 до 20–26°C [3, 4]. На практике большинство лабораторных животных содержится при температуре 20–22°C, это комфортная температура для человека [5]. Однако мыши способны изменять свою среду посредством собственного поведения, гнездясь и сбившись в группу. Таким образом, восприятие мышами тепловой среды может сыграть важную роль в улучшении благополучия экспериментальных животных и, следовательно, повысить их репродуктивный потенциал [6].

В отличие от обычной практики содержания мышей при температуре около 22°C все большее количество исследований предполагает, что мыши

могут чувствовать себя комфортнее при более высоких температурах. На протяжении десятилетий было известно, что термонеутральная зона мыши, так называемый диапазон температур окружающей среды, не требующий существенных энергетических затрат на обмен веществ, составляет от 28°C до 34°C [7]. Существует информация, о том, что более высокие температуры окружающей среды до 32°C могут даже в некоторых случаях быть полезными для воспроизводства мышей [8]. Кроме того, J.M. David и соавт. [9] сообщают, что мыши, содержащиеся в обычных помещениях для животных при температуре около 22°C, могут уже испытывать хронический холодовой стресс. Действительно, когда у мышей есть выбор, они предпочитают более высокие температуры окружающей среды [10, 11].

К сожалению, в современной литературе, вопросы воспроизводства песчанок мало изучены. Нет точных данных о влиянии температурного фактора на репродуктивную функцию. Однако M.M. Clark и соавт. [12] определили, что более раннее раскрытие влагалища, до 2-дневного возраста с момента рождения, повышает уровень плодовитости на 40%. J.R. Schneider и соавт. [13] затрагивают вопросы влияния терморегуляции монгольских песчанок в постнатальный период и говорят о благоприятном влиянии среды обогащения на выживаемость потомства.

На сегодняшний день влияние высоких температур окружающей среды на продуктивность

Таблица 1. Характеристика экспериментальных групп животных

Группа	Вид/линия (соотношение в клетке)	Число самцов/самок/клеток	Условия (температура содержания)
1-я	Мыши ICR CD-1 (1:2)	10/20/10	Стандартные конвенциональные (20–26°C)
2-я		10/20/10	Индивидуальные вентилируемые клетки (29–32°C)
3-я	Мыши BALB/C (1:2)	10/20/10	Стандартные конвенциональные (20–26°C)
4-я		10/20/10	Индивидуальные вентилируемые клетки (29–32°C)
5-я	Песчанки (1:1)	5/5/5	Стандартные конвенциональные (20–26°C)
6-я		5/5/5	Индивидуальные вентилируемые клетки при температуре содержания 29–32°C

Таблица 2. Влияние температурных показателей окружающей среды на воспроизводительную функцию

Вид животного	Стандартные конвенциональные условия, при температуре содержания 20–26°C							Индивидуальные вентилируемые клетки при температуре содержания 29–32°C						
	Общее число полученного потомства	Число родивших самок/все самки	Яловость, %	Средний выход потомства на 1 самку	Смертность потомства	Смертность потомства, %	Сохранность молодняка, %	Общее число полученного потомства	Число родивших самок/все самки	Яловость, %	Средний выход потомства на 1 самку	Смертность потомства	Смертность потомства, %	Сохранность молодняка, %
Мыши линии ICR CD-1	136	16/20	20	9	0	0	100	118	20/20	0	6	3	2,5	97,5
Мыши линии BALB/C	32	6/20	70	5	0	0	100	14	6/20	70	2	0	0	100
Песчанки	5	1/5	80	5	1	20	80	10	3/5	40	3	2	20	100

мышей и песчанок до конца не изучено, чем и обоснованно данное исследование.

Таким образом, целью поискового исследования являлось проведение сравнительной оценки влияния температур на воспроизводство лабораторных мышей и песчанок, вследствие этого задачи были следующие:

- произвести сравнительную характеристику влияния температуры содержания мышей линий ICR D-1 на их воспроизводство;
- оценить влияние различных диапазонов температур на воспроизводство мышей линий BALB/C;
- провести сравнительный анализ репродуктивных показателей песчанок при различном температурном режиме.

## Материал и методы

Исследование проведено на базе АО «НПО «Дом Фармации» в 2020 г. В качестве тест-системы использовались самцы и самки аутбредных мышей линий ICR CD-1 (n=60) и BALB/C (n=60), а также песчанки (n=20), эксперимент осуществлялся на протяжении 8 нед. Характеристика экспериментальных групп представлена в табл. 1.

На 14-й день эксперимента производили отъем самца, после чего самок мышей содержали попарно в клетке, а самок песчанок – по одной в клетке. У полученного потомства со 2-го дня после рождения фиксировали сроки отлипания ушной раковины, с 4-го дня – сроки появления первичного волосяного покрова, с 6-го дня – сроки открытия глаз. На 21-й день после родов давали общую оценку сохранности молодняка.

## Результаты и обсуждение

При оценке влияния воздействия температуры содержания на воспроизводство учитывали следующие показатели: общее количество потомства, родивших самок, яловость, средний выход потомства на 1 самку, смертность потомства, в том числе выбраковка и итоговая сохранность молодняка.

Обобщенные данные по оценке влияния температурных показателей окружающей среды на воспроизводительную функцию самок лабораторных мышей и песчанок отражены в табл. 2.

В 1-й группе животных роды проходили на 22-й день после садки, от 16 самок, что составляет 80% от группы. Всего было получено 136 мышат, смертность при этом отсутствовала.

Во 2-й группе животных потомство было получено на 22-й день после садки от всех 20 самок. Всего было рождено 118 голов, при этом смертность составила 3 (2,5%) особи.

Исходя из данных исследования, можем заключить, что содержание мышей линии ICR CD-1 при температуре окружающей среды 20–26°C, позволяет получить большее количество потомства, однако оплодотворяемость самок будет ниже, чем при 29–32°C, что согласуется с данными литературы [14].

В 3-й группе животных потомство (n=32) получено на 28-й день после садки от 6 самок, что составляет 30% от группы, смертность при этом отсутствовала.

В 4-й группе животных потомство получено на 29-й день после садки от 6 (30%) самок, всего 14 мышат, смертность при этом отсутствовала.

Анализируя полученные данные, можем утверждать, что стандартный температурный режим 20–26°C более предпочтителен для мышей линии BALB/C, что согласуется с ранее проведенными исследованиями [15, 16].

В 5-й группе животных потомство было получено на 26-й день после садки от 1 самки, что составляет 20% от группы. Всего рождено 5 голов, смертность составила 1. Рассадка потомства проводилась на 21-й день после рождения. При оценке потомства выбраковка не осуществлялась.

В 6-й группе животных потомство появилось на свет на 26-й день после садки от 3 самок, что составляет 60% от группы. Всего было получено 10 голов, среди которых смертность составила 2 особи. Рассадка потомства проводилась на 21-й день после рождения. При оценке потомства выбраковка не осуществлялась.

Температура 29–32°C благоприятно влияет на воспроизводство песчанок. M. Batchelder и соавт. [17] сообщают о выходе потомства для песчанок от 1 до 12 голов (в среднем 5), однако имеющихся данных недостаточно для проведения полного анализа.

На следующем этапе работы мы оценили развитие потомства. Во всех группах лабораторных животных независимо от температурных условий окружающей среды отлипание ушной раковины наблюдалось в период со 2-го по 5-й день после рождения. Появление первичного волосяного покрова отмечалось у потомства всех лабораторных животных с 4-го дня после рождения, а открытие глаз – с 6-го дня. Полученные данные аналогичны данным литературы [14–17].

Выбраковки потомства ни в одной группе исследуемых животных не осуществлялась.

## Заключение

Существует ряд абиотических факторов, оказывающих влияние на воспроизводство грызунов. В первую очередь следует назвать температуру среды, именно этот фактор не позволяет животным размножаться в зимнее время в естественных условиях. В случаях, касающихся лабораторного животноводства, данный фактор можно нивелировать, а следовательно, подобрать оптимальные условия для содержания и воспроизводства грызунов. Проведенное поисковое исследование по изучению влияния температуры содержания на воспроизводство мышей и песчанок позволяет сделать следующие выводы:

- при стандартных конвенциональных условиях при температуре 20–26°C оплодотворяемость мышей линии ICR CD-1 ниже, чем при содержании в индивидуальных вентилируемых клетках в условиях 29–32°C, однако показатели общего количества полученного потомства, средний выход и сохранность молодняка выше;
- содержание мышей BALB/C в индивидуальных вентилируемых клетках при температуре 29–32°C негативно отражается на среднем выходе потомства на одну самку и общем количестве потомства, тогда как иные показатели идентичны таковым у животных, содержавшихся в стандартных конвенциональных условиях при температуре 20–26°C, у которых выход молодняка и общее количество полученного поголовья был в 2 раза выше;
- воспроизводство песчанок в индивидуальных вентилируемых клетках при температуре содержания 29–32°C по всем показателям выше, чем при стандартных конвенциональных условиях (20–26°C).

На основании проведенного исследования при воспроизводстве мышей линий ICR CD-1 и BALB/C можем рекомендовать их содержание при температуре 20–26°C, а для песчанок – 29–32°C.

### Благодарности

Работа выполнена без спонсорской поддержки.

### Вклад авторов

**М.А. Акимова** – идея, дизайн и концепция, сбор и анализ данных, написание статьи, утверждение окончательного варианта статьи для публикации

**Д.Ю. Акимов** – работа с литературными источниками, написание статьи.

**Т.Г. Бармина** – работа с литературными источниками.

**Е.В. Веснина** – работа с табличным материалом.  
**С.С. Добрянская** – участие в выполнении эксперимента, уход за животными.

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

#### Сведения о конфликте интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Acknowledgements

The study was performed without external funding.

#### Authors' contributions

**M. A. Akimova** – idea, design and conception, data collection and analysis, writing of the article, approval of the final version of the article for publication.

**D.Yu. Akimov** – work with literary sources, writing of the article.

**T.G. Barmina** – work with literary sources.

**E.V. Vesnina** – work with tabular material.

**S.S. Dobrianskaya** – participation in the experiment, animal care.

#### Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interest.

#### Литература

1. Glaser S., Anastassiadis K., Stewart A.F. Current issues in mouse genome engineering // *Nature genetics*. – 2005. – V. 37. – №. 11. – P. 1187-1193. doi:10.1038/ng1668

2. Balcombe J.P. Laboratory environments and rodents' behavioural needs: a review // *Laboratory animals*. – 2006. – V. 40. – №. 3. – P. 217-235. doi.org/10.1258/002367706777611488

3. Руководство по содержанию и использованию лабораторных животных. Восьмое издание. / пер. с англ. под ред. И.В. Белозерцевой, Д.В. Блинова, М.С. Красильщиковой. – М. – ИР-БИС. – 2017. С. – 362 [Rukovodstvo po soderzhaniyu i ispol'zovaniyu laboratornykh zhivotnykh. Vos'moe izdanie. / per. s angl. pod red. I.V. Belozertsevoi, D.V. Blinova, M.S. Krasil'shchikovo. – M. – IRBIS. – 2017. S. – 362 (In Russ.)]

4. Директива 2010/63/EU Европейского парламента и совета Европейского Союза от 22 сентября 2010 года по охране животных, используемых в научных целях [Direktiva 2010/63/EU Evropeiskogo parlamenta i soвета Evropeiskogo Soyuza ot 22 sentyabrya 2010 goda po okhrane zhivotnykh, ispol'zuemykh v nauchnykh tselyakh (In Russ.)]

5. Karp C.L. Unstressing intemperate models: how cold stress undermines mouse modeling // *Journal of*

*Experimental Medicine*. – 2012. – V. 209. – №. 6. – P. 1069-1074. doi.org/10.1084/jem.20120988

6. Gordon C. J., Becker P., Ali J. S. Behavioral thermoregulatory responses of single-and group-housed mice // *Physiology & behavior*. – 1998. – V. 65. – №. 2. – P. 255-262. doi.org/10.1016/S0031-9384(98)00148-6

7. Gordon C.J. Temperature regulation in laboratory rodents. – Cambridge University Press, 1993.

8. Yamauchi C. et al. Effects of room temperature on reproduction, body and organ weights, food and water intakes, and hematology in mice // *Experimental Animals*. – 1983. – V. 32. – №. 1. – P. 1-11. doi: 10.1538 / expandim1978.32.1\_1

9. David J.M., Chatziioannou A.F., Taschereau R., Wang H., Stout D.B. The hidden cost of housing practices: using noninvasive imaging to quantify the metabolic demands of chronic cold stress of laboratory mice // *Comparative medicine*. – 2013. – V. 63. – №. 5. – P. 386-391.

10. Bautista D.M., Siemens J., Glazer J.M., Tsuruda P.R., Basbaum A.I., Stucky C.L., Julius D. The menthol receptor TRPM8 is the principal detector of environmental cold // *Nature*. – 2007. – V. 448. – №. 7150. – P. 204-208. | doi:10.1038/nature05910

11. Gaskill B.N., Gordon C.J., Pajo E.A. Heat or insulation: behavioral titration of mouse preference for warmth or access to a nest // *PloS one*. – 2012. – V. 7. – №. 3. – P. e32799. doi.org/10.1371/journal.pone.0032799

12. Clark M.M., Spencer C. A., Galef B. G. Improving the productivity of breeding colonies of Mongolian gerbils (*Meriones unguiculatus*) // *Laboratory animals*. – 1986. – V. 20. – №. 4. – P. 313-315. doi.org/10.1258/002367786780808730

13. Schneider J.R., Veltri A.M., DeGraw, W.A., French, J. A. Telemetered temperature monitoring in preweanling Mongolian gerbils (*Meriones unguiculatus*) // *Physiology & behavior*. – 1995. – V. 57. – №. 1. – P. 199-203. doi.org/10.1016/0031-9384(94)00269-B

14. Charles River Information. CD-1 IGS Mouse Model Information Sheet. – 2013.

15. Макарова М.Н., Ильинская М.А. Зоотехнические особенности воспроизводства мышей линии BALB/C. // *Лабораторные животные для научных исследований*. – 2020. – № 1. – С. 29–41. doi.org/10.29296/2618723X-2020-01-04 [Makarova M., Ilyinskaya M. Facilities of the Breeding Performance of BALB/c mice. *Laboratory Animals for Science*. – 2020; – № 1. – P. 29–41. doi.org/10.29296/2618723X-2020-01-04 (In Russ.)]

16. Ильинская М.А., Акимов Д.Ю. Влияние дельтаметрина (Дельцид) на репродуктивную способность лабораторных мышей // *Ilyinskaya M.A., Akimov D.Yu. Effect of deltametrin (Delcid) on the reproductive ability of laboratory mice. *Laboratory // Animals for Science*. – 2020. – № 4. – P. 38–48. doi.org/10.29296/2618723X-2020-04-04 (In Russ.)]*

17. Suckow M.A., Stevens K.A., Wilson R.P. Wanda L.W. The laboratory rabbit, guinea pig, hamster, and other rodents // Academic Press. – 2012. doi: 10.1016/B978-0-12-380920-9.00052-3